

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

June, 2025

**PHE-07 : ELECTRIC AND MAGNETIC
PHENOMENA**

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : *All questions are compulsory. Marks for each question are indicated against it. You may use a calculator. Symbols have their usual meanings. The value of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any five parts : 5×5=25

- (a) A charge of 22 C is located at the centre of a cube of side 6 cm. Calculate the electric flux through each of the surfaces. 5

- (b) The electric field in a certain space is given by $\vec{E} = 400\hat{i}$. How much flux passes through an area A if it is a portion of (i) the xy -plane, (ii) the yz -plane and (iii) the xz -plane ? 5
- (c) A charge q is held at the centre of the line joining two equal charges Q . Determine the value of q so that the system of three charges will be in equilibrium. 5
- (d) A long thin cylindrical glass rod of length l has an excess charge Q distributed over it. Determine the electric potential at point P along the axis of the rod and at a distance l from one end. 5
- (e) Determine the work done to transport an electron from positive terminal of 12 V battery to its negative terminal. 5

- (f) A proton which carries a charge of $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ enters a magnetic field of intensity 340 Wbm^{-2} with a velocity of $4 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ at right angles to it. Find the magnitude of the force acting on the proton. 5
- (g) An electromagnetic wave propagates along the positive x - direction. The magnetic field oscillates at a frequency of 10^{10} Hz and has an amplitude of 10^{-5} T acting along positive y -direction. Compute the wavelength of the wave. Write down the expression for the corresponding electric field. 5
- (h) A uniform plane electromagnetic wave has a wavelength of 6.0 cm in free space and 4.0 cm in a dielectric for which $\mu = 4.7 \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$. Determine the dielectric constant of the dielectric. 5

2. Attempt any *five* parts : 5×5=25

- (a) Determine the electric field at a point near an infinitely long uniformly charged wire. 5
- (b) Derive the expression for the capacitance of a parallel plate capacitor with an air core. 5
- (c) Determine electric field at a point P on the perpendicular bisector of the dipole axis of an electric dipole. 5
- (d) Using Ampere's law, show that the magnetic field inside a solenoid carrying current I and having n turns per unit length is given by $B = \mu_0 n I$. 5
- (e) Derive the expression of the precessional frequency of an atomic dipole in a magnetic field. 5
- (f) Distinguish between diamagnetism and paramagnetism. 5
- (g) What is a cyclotron ? Draw a neat sketch of the top view of a cyclotron. Derive an expression for the cyclotron frequency. 5

- (h) Using Maxwell's equations in vacuum, derive the wave equation for the electric field of an electromagnetic wave. 5

Physical constants :

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$= 1.26 \times 10^6 \text{ Hm}^{-1}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

PHE-07**विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)****सत्रांत परीक्षा****जून, 2025****पी.एच.ई.-07 : वैद्युत और चुम्बकीय परिघटनाएँ**

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अन्त में दिए गए हैं।

1. कोई पाँच भाग हल कीजिए : 5×5=25

(क) 6 cm भुजा वाले एक घन के केन्द्र में 22 C आवेश स्थित है। घन के प्रत्येक पृष्ठ से गुजरने वाले विद्युत अभिवाह का मान परिकलित कीजिए। 5

(ख) दिक् में विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = 400 \hat{i}$ है। क्षेत्रफल A से कितना अभिवाह गुजरता है यदि यह (i) xy -समतल, (ii) yz -समतल, (iii) xz -समतल का एक भाग हो ?

5

(ग) दो बराबर आवेश Q को जोड़ने वाली रेखा के बीच में आवेश q रखा है। q का वह मान परिकलित कीजिए जिसके लिए यह तीन आवेशों का निकाय साम्यावस्था में हो।

5

(घ) लम्बाई l वाले एक लम्बे पतले बेलनाकार ग्लास की छड़ पर आवेश Q वितरित है। छड़ के अक्ष के अनुदिश इसके किसी एक छोर से दूरी l पर स्थित बिन्दु P पर विद्युत विभव का मान परिकलित कीजिए।

5

(ङ) 12 V बैटरी के धनात्मक टर्मिनल से इसके ऋणात्मक टर्मिनल तक एक इलेक्ट्रॉन को ले जाने में किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

5

(च) आवेश $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ वाला एक प्रोटॉन $4 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ वेग से 340 Wbm^{-2} तीव्रता वाले चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् प्रवेश करता है। प्रोटॉन पर लगने वाला बल परिकलित कीजिए।

5

(छ) एक विद्युतचुम्बकीय तरंग धनात्मक x -दिशा में संचारित हो रही है। इसके संगत चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम 10^{-5} T है और यह 10^{10} Hz आवृत्ति से दोलन करता है। चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा y -दिशा में है। तरंग का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए। संगत विद्युत क्षेत्र का व्यंजक लिखिए। 5

(ज) एक एकसमान समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग का तरंगदैर्घ्य मुक्त आकाश में 6.0 cm और परावैद्युत माध्यम में 4.0 cm है, जहाँ $\mu = 4.7 \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$ है। परावैद्युत माध्यम का परावैद्युतांक परिकलित कीजिए। 5

2. कोई पाँच भाग हल कीजिए : $5 \times 5 = 25$

(क) एकसमान आवेशित अनंत लम्बाई वाले एक तार के निकट एक बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र निर्धारित कीजिए। 5

(ख) वायु कोर वाले एक समान्तर प्लेट संधारित्र के लिए धारिता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ग) एक विद्युत द्विध्रुव के द्विध्रुव अक्ष के लम्ब समद्विभाजक रेखा पर किसी बिन्दु P पर विद्युत क्षेत्र का मान निर्धारित कीजिए। 5

(घ) ऐम्पियर के नियम का उपयोग कर दिखाइए कि प्रति इकाई लम्बाई n फेरों वाली सोलेनॉइड, जिसमें धारा I प्रवाहित हो रही है, के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र का व्यंजक है : 5

$$B = \mu_0 n I$$

(ङ) चुम्बकीय क्षेत्र में एक परमाण्वीय द्विध्रुव के लिए प्रसरण आवृत्ति का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(च) प्रतिचुम्बकत्व और अनुचुम्बकत्व में अन्तर बताइए। 5

(छ) साइक्लोट्रॉन क्या है ? साइक्लोट्रॉन के ऊपर का दृश्य आरेखित कीजिए। साइक्लोट्रॉन आवृत्ति के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ज) निर्वात के लिए मैक्सवेल समीकरण का उपयोग कर विद्युतचुम्बकीय तरंग के वैद्युत क्षेत्र के लिए तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 5

भौतिक नियतांक :

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$= 1.26 \times 10^6 \text{ Hm}^{-1}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

× × × × ×